

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra měřicí a řídicí techniky**

**Nabíjecí stojan pro elektromobily**  
**Power Charging Station for E-cars**

**2011**

**Tomáš Kadlčík**

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Tomáš Kadlčík**

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2601R004 Měřicí a řídicí technika

Téma:

Nabíjecí stojan pro elektromobily  
Power Charging Station for E-cars

Zásady pro vypracování:

1. Popis funkce nabíjecího stojanu pro elektromobily.
2. Návrh a realizace řídicí elektroniky jednoduchého stojanu s možností komunikace pomocí GPRS.
3. Vytvoření demonstrační aplikace pro komunikaci se stojanem.
4. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. MATOUŠEK, D. *Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR - ATmega16*. 1. vyd. Praha: BEN-technická literatura, 2006. 320 s. ISBN / EAN 80-7300-174-8 / 9788073001742.
2. PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 432 s. ISBN / EAN 80-251-1278-0 / 9788025112786.
3. WANG, Z. - LIU, P. Analysis on Storage Power of Electric Vehicle Charging Station. In *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific 28-31 March, 2010 Chengdu, China*. [S.l.] : IEEE. s. 1-4. ISBN 978-1-4244-4812-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Slanina, Ph.D.**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011



doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

***Čestné prohlášení:***

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 6. 5. 2011

.....

***Poděkování:***

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňkovi Slaninovi, Ph.D. za poskytnutou pomoc, podporu a podnětné připomínky.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá návrhem a realizací jednoduchého dobíjecího stojanu elektromobilu. Úvodní část práce popisuje funkci dobíjecího stojanu, jsou zde uvedeny možné způsoby dobíjení elektromobilu. Další kapitola se zabývá vlastním návrhem a realizací řídicí elektroniky dobíjecího stojanu. Jsou zde popsány jednotlivé komponenty řídicí elektroniky, jejíž hlavní součástí je mikrokontrolér Atmega16, návrh, realizace a osazení desky plošného spoje. Dále je popsán řídicí software elektroniky dobíjecího stojanu a popis komunikace pomocí GPRS modemu s centrálním informačním systémem. Poslední část se věnuje výsledkům testování dobíjecího stojanu.

## **Klíčová slova**

ATmega16, mikrokontrolér, nabíjecí stojan, elektromobil, GPRS

## **Abstract**

This thesis describes a project and implementation of simple power Charging station for electric-powered vehicle. The introduction defines function of the charging station and possible methods of vehicle charging. Following chapter contains the respective proposal and realization of charging stations control electronics. Particular components of control electronics with its major part in Atmega16 microcontroller, suggestion and implementation of printed circuit board are considered. Further is described controlling software of the charging station electronics and communication with central monitoring system through GPRS modem. The last part summarizes the measurements of charging station testing.

## **Keywords**

Atmega16, microcontroller, Power Charging Station, E-car, GPRS

## Seznam použitých zkratk

DPS	Deska plošného spoje
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution – rozšířená služba GPRS
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory – elektronicky mazatelná paměť ROM
FTP	File Transfer Protocol – protokol pro přenos souborů
GND	Ground – signálová zem
GPRS	General Packet Radio Service – mobilní datová služba přístupná pro uživatele GSM zařízení
GSM	Global System for Mobile communications – standard pro mobilní telefony
HTML	HyperText Markup Language – značkovací jazyk pro hypertext
HTTP	Hypertext Transfer Protocol – protokol pro výměnu hypertextových dokumentů
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure – zabezpečený HTTP
I2C	Inter-Integrated Circuit – dvoudrátová komunikační sběrnice
LCD	Liquid Crystal Display – displej z tekutých krystalů
MCU	Microcontroller – mikrokontrolér
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions – standart rozšíření elektronické pošty
MISO	Master In-Slave Out
MOSI	Master Out-Slave In
R/W	Označení Read/Write (čtení/zápis)
RAM	Random Access Memory – paměť s libovolným přístupem
RFC	Request for Comments – doporučené standardy internetových protokolů
RFID	Radio Frequency Identification – identifikace na rádiové frekvenci
RS232	Recommended Standard 232 – Standard RS 232
RTC	Real Time Counter – obvod reálného času
RXD	Received Data – příjem dat
SCK	Serial Clock – hodinový signál
SCL	Synchronous Clock – linka hodinového signálu
SDA	Synchronous Data – datová linka
SMS	Short message service – služba krátkých textových zpráv
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol – protokol pro přenos zpráv elektronické pošty
TCP	Transmission Control Protocol – protokol pro přenos v transportní vrstvě
TTL	Transistor-Transistor Logic – tranzistorově-tranzistorová logika
TWI	Two Wire Interface – dvou vodičové sériové rozhraní
TXD	Transmitted Data – vysílání dat
URL	Uniform Resource Locator – jednotný lokátor zdrojů
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver and Transmitter – univerzální synchronní/asynchronní přijímač a vysílač
USB	Universal Serial Bus – universální sériová sběrnice
XML	Extensible Markup Language – rozšiřitelný značkovací jazyk

# Obsah

1	Úvod .....	8
2	Popis funkce nabíjecího stojanu pro elektromobily .....	9
2.1	Způsoby dobíjení elektromobilu .....	9
2.1.1	Výměna akumulátoru .....	9
2.1.2	Rychlonabíjení výkony nad 40 kW s obsluhou .....	9
2.1.3	Samoobslužné nabíjení .....	9
2.2	Charakteristika nabíjecího stojanu .....	10
2.3	Popis realizovaného stojanu .....	10
3	Návrh a realizace řídicí elektroniky .....	11
3.1	Požadavky na řídicí elektroniku .....	11
3.2	Konstrukce řídicí elektroniky .....	11
3.2.1	Mikrokontrolér Atmega16 .....	12
3.2.2	Obvody napájení .....	13
3.2.3	Obvod reálného času .....	14
3.2.4	Rozhraní RS232 .....	15
3.2.5	Popis komponent připojených k řídicí části .....	19
3.3	Realizace řídicí elektroniky .....	22
3.3.1	Obvodové schéma .....	22
3.3.2	Návrh DPS .....	22
3.3.3	Výroba a osazení DPS .....	23
3.3.4	Oživení a naprogramování řídicí jednotky .....	24
3.4	Řídicí software .....	25
4	Demonstrační aplikace pro komunikaci se stojanem .....	27
4.1	HTTP protokol .....	27
4.2	Popis komunikace s centrálním informačním systémem .....	28
4.2.1	Použité HTTP dotazy .....	28
4.2.2	Popis parametrů HTTP dotazů .....	29
4.3	Příklad komunikace modemu s centrálním informačním systémem .....	29
5	Zhodnocení dosažených výsledků .....	30
6	Použitá literatura .....	31
7	Seznam příloh .....	33

# 1 Úvod

Cílem této práce je vytvořit jednoduchý nabíjecí stojan elektromobilu, který komunikuje s kartovým a fakturačním centrem pomocí GPRS modemu.

Nabíjecí stojan je řízen mikrokontrolérem firmy Atmel Atmega16. K mikrokontroléru je pomocí rozhraní RS232 připojena RFID čtečka karet a GPRS modem MC75i EDGE, který zajišťuje komunikaci s kartovým a fakturačním centrem. Dále je k němu připojen dvouřádkový LCD displej, maticová klávesnice, obvod reálného času a výkonová deska s galvanickým oddělením vstupů a výstupů pro ovládání stykačů v silové části stojanu a čtení pulsů z elektroměru.

Tato práce neřeší silovou část stojanu, která je již hotová a databázovou a fakturační část aplikace kartového a fakturačního centra umístěné mimo stojan. Je zde řešena pouze komunikace s centrálním informačním systémem pro ověření funkce dobíjecího stojanu.

První část práce se zabývá možnými způsoby dobíjení elektromobilu, popisem funkce a různými možnostmi řešení dobíjecího stojanu.

V další části jsou popsány jednotlivé části navrhnutého řešení dobíjecího stojanu, návrh řídicí elektroniky a testování navrhnutého zapojení pomocí vývojového kitu EvB 4.3 a nepájivého kontaktního pole. Dále je zde popsán návrh desky plošného spoje, který je vytvořen programem EAGLE 5.10.0 Professional, realizace desky plošného spoje, osazení a oživení řídicí desky. Je zde také popsáno programování mikrokontroléru, který je naprogramován v prostředí mikroC PRO od firmy MikroElektronika.

Další část se věnuje vytvoření demonstrační aplikace pro komunikaci se stojanem. Tato část byla nahrazena reálnou verzí komunikace s centrálním informačním systémem. Je zde popsán průběh komunikace stojanu s centrálním informačním systémem.

Poslední část je věnována testování reálného dobíjecího stojanu a zhodnocení dosažených výsledků.



## 2 Popis funkce nabíjecího stojanu pro elektromobily

### 2.1 Způsoby dobíjení elektromobilu

Tato kapitola se zabývá možnými způsoby dobíjení elektromobilu. Popisuje výhody a nevýhody jednotlivých způsobů z hlediska řízení odběrového diagramu, doby dobíjení, nákladů na vybudování a provoz dobíjecí stanice.

#### 2.1.1 Výměna akumulátoru

Výhodou tohoto způsobu dobíjení je zachování uživatelských návyků majitele elektromobilu, velmi efektivní systém z hlediska řízení odběrového diagramu a oddělené vlastnictví vozu a baterie.

Nevýhodou tohoto způsobu jsou velké náklady na vybudování a provoz dobíjecích stanic, rizika spojená s manipulací, určení dodaného množství energie a nárazový provoz při výměně.

#### 2.1.2 Rychlonabíjení výkony nad 40 kW s obsluhou

Výhodou tohoto způsobu je rychlé řešení problému s vybitým akumulátorem.

Nevýhodou jsou vysoké náklady na vybudování stanice, náklady na obsluhu stanice a nemožnost vyrovnání odběrového diagramu.

#### 2.1.3 Samoobslužné nabíjení

Lze rozdělit na:

- **Nabíjení výkony nad 10kW**

Výhodou je doba dobíjení (cca. 2hodiny) a částečná možnost ovlivnit odběrový diagram omezením dobíjení.

Nevýhodou je absence dohledu na nabíjení a riziko zablokování dobíjecího místa pouhým zaparkováním.

- **Nabíjení výkony do 10 kW**

Výhodou je efektivní ovlivňování odběrového diagramu, možnost obsloužit více zákazníků. Vhodné pro každodenní provoz.

Nevýhodou je opět absence dohledu na nabíjení a dlouhá doba dobíjení.

- **Privátní nabíjecí stanice**

Výhodou jsou nízké pořizovací náklady, efektivní ovlivňování odběrového diagramu. Vhodné pro každodenní provoz.

Nevýhodou je dlouhá doba dobíjení.

Tato práce se zabývá samoobslužným dobíjením pomocí nabíjecího stojanu.

## 2.2 Charakteristika nabíjecího stojanu

Jedná se o bezobslužné elektrické zařízení, které umožní nabití baterie plug-in hybridů a především elektromobilů bez přítomnosti obsluhy. Řidič po příjetí k dobíjecímu stojanu připojí elektromobil kabelem do zásuvky stojanu a jednoduchým způsobem zvolí, kolik energie chce dobít.

Možné způsoby zjištění požadavků od zákazníka jsou tlačítkovou klávesnicí, dotykovým displejem, mobilním telefonem. Stojan může zákazníka informovat o své činnosti zobrazením na displeji nebo zasláním SMS zprávy, která informuje o průběhu nabíjení.

Další nutnou součástí dobíjecího stojanu je platební systém. Je možno použít akceptor mincí, akceptor bankovek, čtečku platebních karet, čtečku čipových karet, mobilní telefon.

Akceptory mincí a bankovek jsou vhodné kvůli své jednoduchosti zapojení. Jejich nevýhodou je nutná přítomnost zásobníku na mince a bankovky. Díky tomuto také náchylnost k vandalismu.

Platební karty mají výhodu absence peněžních prostředků. Nevýhodou je složitější připojení čtečky k systému a nutnost spojení s bankou. Provozovatel tohoto nabíjecího stojanu musí mít smlouvu s bankou a navíc musí být systém schválen.

Čtečky čipových karet jsou vhodné pro stojany umístěné např. na parkovištích firem nebo nájemních budov. Po identifikaci karty a případném zadání PINu se spustí nabíjení. Platba se provádí fakturou nebo pomocí kreditu na kartě.

Placení mobilním telefonem má výhodu v tom, že stanice může být umístěna na jakémkoliv místě, kde je signál mobilních sítí. Nevýhodou může být časové zpoždění mezi odesláním požadavku a spuštěním nabíjení. Provozovatel musí mít smlouvu s mobilním operátorem.

## 2.3 Popis realizovaného stojanu

Při realizaci stojanu je použita maticová klávesnice pro ovládání, dvouřádkový displej, čtečka RFID karet, GPRS modem pro komunikaci, řídicí jednotka, která bude popsána níže a silová část stojanu realizující vlastní dobíjení.

Funkce dobíjecího stojanu je následující – po příchodu ke stojanu je aktivní pouze displej, který zobrazuje čas a datum a čtečka, která čeká na přiložení karty. Po přiložení karty ke čtečce sepně podsvětlení displeje a budete vyzváni k zadání čtyřmístného kódu. Po zadání kódu se stojan spojí s centrálním informačním systémem a prověří, zda je karta v databázi a souhlasí kód. Pokud ano, odpoví centrální informační systém OK a zobrazí se cena za odebranou kW. Pokud zákazník souhlasí, začne proces dobíjení. Řídicí jednotka odešle počáteční čas dobíjení a číslo transakce a sepně stykač pro dobíjení v silové části. Po celou dobu dobíjení posílá elektroměr v silové části pulsy řídicí jednotce. Ta je ukládá do paměti a zároveň zobrazuje na displeji a odesílá do centrálního informačního systému. Pokud je elektromobil zcela nabit (tzn., že po určitou dobu nepřicházejí žádné pulsy s elektroměru) nebo uživatel ukončí dobíjení, uloží řídicí jednotka do paměti čas ukončení a konečný počet pulsů a odešle je do centrálního informačního systému. Pokud vše proběhne v pořádku, vymaže data z paměti a stojan je připraven k dalšímu použití. Jakýkoliv jiný stav než výše popsany vyhodnotí řídicí jednotka jako chybový.

### 3 Návrh a realizace řídicí elektroniky

Tato kapitola se zabývá návrhem řídicí elektroniky a její realizací. Je zde popsána konstrukce, komponenty připojené k řídicí části, realizace navrhnutého řešení a řídicí software.

#### 3.1 Požadavky na řídicí elektroniku

Řídicí elektronika má dvě oddělené části – část řídicí a výkonovou.

Řídicí část musí plnit tyto úkoly:

- zobrazovat a uchovávat reálný čas
- komunikovat přes rozhraní RS232 se čtečkou karet a GPRS modemem (komunikace s centrálním informačním systémem)
- ovládat výkonovou část
- počítat pulsy z výkonové části
- zobrazovat údaje na displeji
- načítat data pomocí klávesnice

Výkonová část má za úkol:

- přijímat signály z řídicí části a na základě nich spínat stykač dobíjení
- detekovat pulsy z elektroměru a předávat je řídicí části
- galvanicky oddělit řídicí a výkonovou část

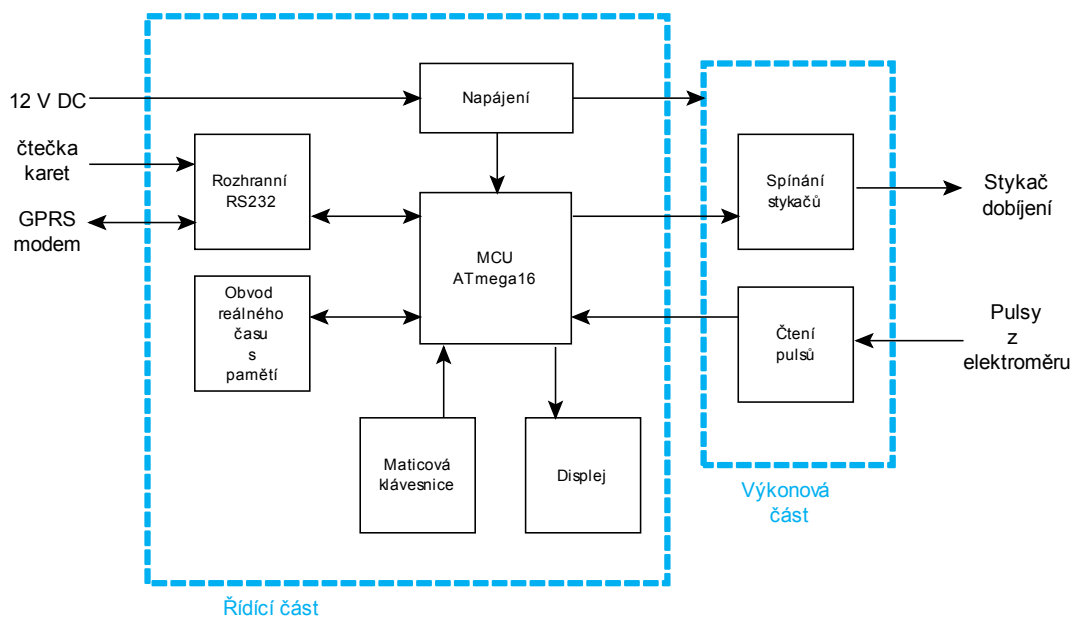
#### 3.2 Konstrukce řídicí elektroniky

Řídicí část se skládá z těchto částí:

- mikrokontrolér Atmega16
- obvodů napájení
- obvodu reálného času s pamětí
- obvodů rozhraní RS232
- konektorů pro připojení klávesnice a displeje
- svorkovnice pro připojení napájení a výkonové části
- konektorů RS232 pro připojení modemu a čtečky karet

Výkonová část se skládá z těchto částí:

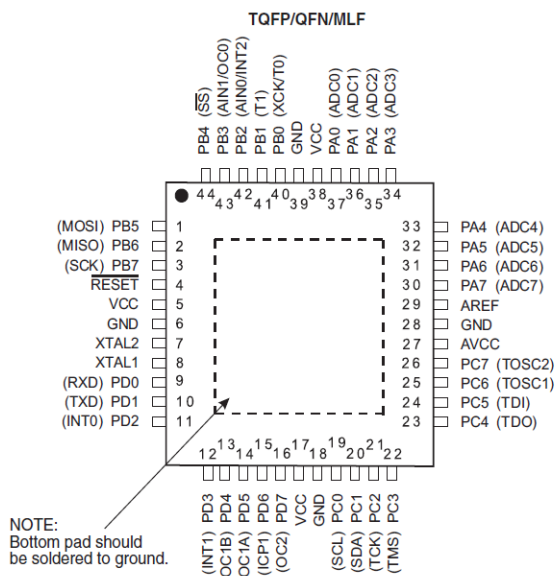
- obvodů napájení
- obvodů pro spínání stykačů
- obvodů pro čtení pulsů



Obr. 3.1 Blokové schéma řídicí elektroniky

### 3.2.1 Mikrokontrolér Atmega16

Pro konstrukci řídicí elektroniky je zvolen osmibitový mikrokontrolér Atmega16 v pouzdře TQFP44. Podrobná specifikace je v katalogovém listu [2]. Tento mikrokontrolér má 4 vstupně/výstupní osmibitové porty, 16kByte programové Flash paměti, 512Byte EEPROM. Jeden programovatelný sériový USART, který je využit ke komunikaci se čtečkou a modemem. Dále je využita TWI pro komunikaci s obvodem reálného času DS1307. Tři vstupy zdroje vnějšího přerušení a vstupy pro připojení vnějšího oscilátoru. Informace o práci s tímto mikrokontrolérem byly čerpány z knihy „Práce s mikrokontroléry Atmel ATmega16“ [1].



Obr. 3.2 Rozložení pinů MCU ATmega16 [2]

### Popis použitých vývodů mikrokontroléru:

PA0 až PA7 – připojení klávesnice - vstup

PB0 – podsvit displeje - výstup

PB1 – podsvit klávesnice - výstup

PB2 – vnější přerušení od RTC - vstup

PB5 – programování MOSI

PB6 – programování MISO

PB7 – programování SCK

PC0 – linka SCL TWI s RTC

PC1 – linka SDA TWI s RTC

PC2 až PC7 – připojení displeje v čtyřbitovém módu

PD0 – RXD

PD1 – TXD

PD2 a PD3 – vnější přerušení od pulsů - vstup

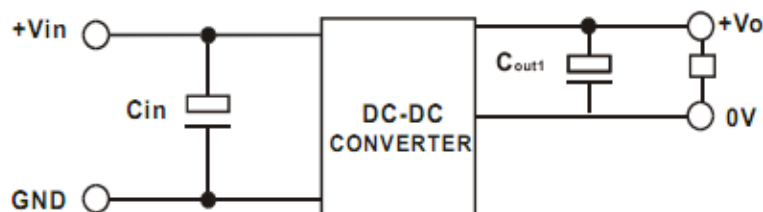
PD4 a PD5 – ovládání nabíjení – výstup

PD6 – přepínání RS232 – výstup

XTAL1 a XTAL2 – připojení vnějšího krystalu 16 MHz

### 3.2.2 Obvody napájení

Na svorkovnici řídicího obvodu je přivedeno napětí 12V DC, které musí být sníženo na napájecí napětí mikrokontroléru 5V DC. K tomu je použit DC/DC měnič napětí DCC1-1205S. Měnič je zde použit kvůli galvanickému oddělení vstupního napětí od výstupního, vysoké účinnosti a nízké spotřebě. Další výhodou tohoto měniče je, že nepotřebuje externí filtrační ani blokovací kondenzátory a nepotřebuje chladič. Měnič obsahuje vestavěné filtrační kondenzátory. Bližší specifikace v katalogovém listu [10].



Obr. 3.4 Blokové schéma DC-DC měniče [10]

### 3.2.3 Obvod reálného času

Obvod reálného času je v zapojení použit z důvodu nutnosti uchovávat aktuální čas a datum. Obvod sám řeší rozdílnou délku měsíců a korekci přestupného roku. Obvod je zálohován v případě výpadku napájení 3V baterií, která má životnost až 10 let.

Obvod DS1307+ zvolený v zapojení navíc obsahuje 56 Byte zálohované RAM paměti. Podrobná specifikace obvodu je v katalogovém listu [8].

V zapojení je k obvodu nutné přidat externí krystal 32.768 kHz, 3V baterii a osadit pull-up rezistory připojené k napájecímu napětí. K mikroprocesoru je ke vstupu vnějšího přerušení připojen výstup OUT/SQW (Output Driver/Square Wave), který generuje obdélníkový signál s nastavenou periodou 1 Hz, což nám slouží k obnově času v mikrokontroléru co 1s.

Tento obvod komunikuje s mikrokontrolérem prostřednictvím I2C sběrnice.

#### Popis I2C sběrnice:

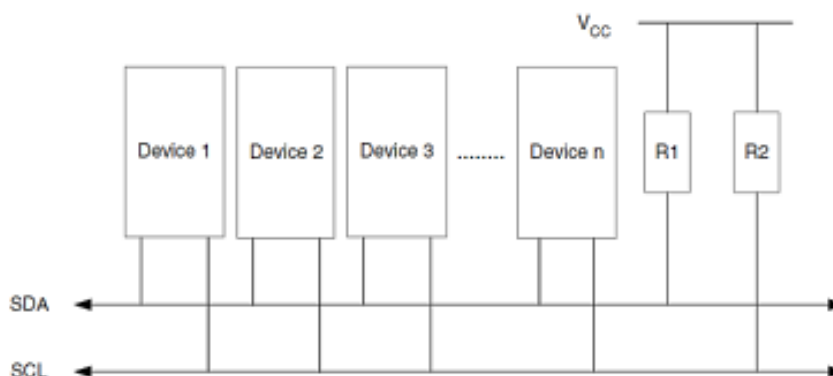
Jedná se obousměrnou komunikaci pomocí dvou vodičů, kterou pro svá zařízení navrhl Philips. Nechal si ji patentovat (patent číslo 9398 393 40011), a tak z důvodu patentových poplatků někteří výrobci nehovoří o I2C (Inter IC), nýbrž např. o TWI (Two Wire Serial Interface).

I2C je specifická tím, že adresace je zavedena už do samotného protokolu a proměnnou rychlostí komunikace. Mluví vždy pouze jedno zařízení na datové lince SDA a rychlost komunikace je určena pulzy na druhé, časové lince SCL.

I2C má několik možných variant, z nichž se detailněji budeme věnovat pouze jediné. Jednotlivé varianty se liší způsobem adresace zařízení (7 nebo 11 bitová adresa), rychlostí komunikace (maximální frekvence 100kHz nebo 400kHz) a zda se jedná o komunikaci s jedním či více zařízeními typu master. Blíže se zaměříme na jednodušší sedmibitovou adresaci s jedním zařízením jako master a maximálně 127 zařízeními typu slave.

#### Zapojení I2C sběrnice:

Jak již bylo řečeno, I2C komunikuje pomocí dvou vodičů. Ty se standardně označují jako SDA (data) a SCL (clock). Oba dráty jsou nezávisle napojeny přes dva pull-up odpory k napájení  $V_{CC}$  Obr. 3.5 [3].



Obr. 3.5 Připojení zařízení k I2C [3]

Jednotlivá zařízení buď ze sběrnice čtou aktuální stav (pokud všechny zařízení čtou, tak je na obou vodičích logická úroveň 1, kterou zajišťují pull-up odpory) nebo zapisují s tím, že sběrnice funguje jako AND (pokud libovolná strana zapisuje logickou úroveň 0, tak všichni ostatní na sběrnici uvidí logickou úroveň 0).

### Průběh komunikace I2C:

Komunikaci zahajuje vždy master. Zahajuje ji pomocí tzv. START podmínky, kdy se změni SDA z logické úrovně 1 na 0, ale SCL zůstane v logické úrovni 1. Od tohoto okamžiku dochází k posílání jednotlivých datových bitů. Všechna ostatní zařízení slave zatím sledují průběh na obou vodičích. Platnost bitu zaručuje SCL=1, takže k veškerým změnám SDA musí být SCL=0. Výjimku v tomto tvoří START a STOP podmínka, kdy se mění SDA a SCL=1. Každý rámeček (frame) má 8 datových bitů a jeden potvrzovací bit ACK.



Obr. 3.6 Průběh komunikace I2C [3]

První bajt vyslaný masterem je adresa (7 bitů) + R/W bit, zda chce přijímat či vysílat. Pro devátý ACK bit master generuje puls na SCL a čte SDA. Pokud slave zařízení má tuto adresu, tak odpoví potvrzovacím bitem (v době mezi osmým a devátým bitem změni výstup SDA na logickou úroveň 0).

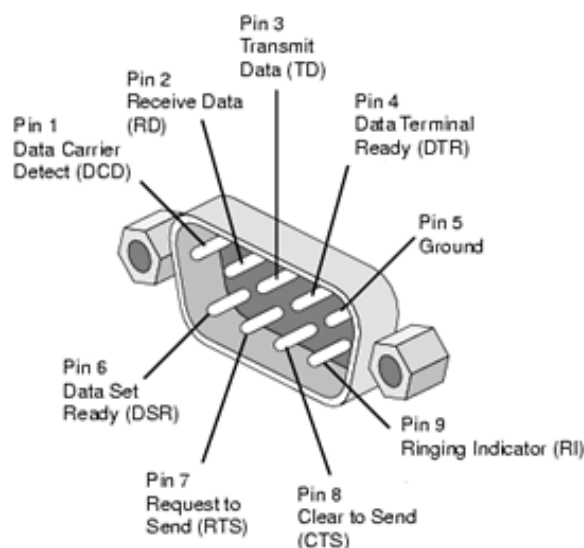
Podle R/W bitu, buď master pokračuje ve vysílání dalších datových rámců (R/W=0), nebo pouze měni SCL a data přijímá (R/W=1). Adresované zařízení na druhé straně data tedy přijímá nebo odesílá. Pokud slave přijímá, tak potvrzuje každý rámeček. Přijímá-li master, tak generuje potvrzení on.

Způsob realizace výstupu 0 a 1 se liší. Zatímco generování výstupu 0 se provede nastavením pinu na výstupní a zapsáním výstupu 0, je generování výstupu 1 realizováno pomocí uvolnění linky, kdy pin přepneme jako vstupní. Požadovaných 5V na SCL resp. SDA nám následně zajistí pull-up odpory. Při generování SDA=1 nebo SCL=1 je třeba ještě ověřit, že ke změně opravdu došlo (čtením pinu, dokud nepřečteme 1) a teprve pak pokračovat v komunikaci.

Přestože časování SCL řídí master, slave může komunikaci zpomalit. Pokud nastaví na SCL nulu, tak master nemůže vysílat (data na SDA by byla neplatná) a čeká. Co se týče časování, tak specifikovaný je pouze horní limit, tj. již dříve zmíněných 100kHz resp. 400kHz.

### 3.2.4 Rozhraní RS232

V realizaci je použito ke komunikaci se čtečkou karet a GPRS modemem. Pro komunikaci jsou využity tři vodiče TXD – vysílání dat, RXD – příjem dat, GND – signálová zem. Rozhraní RS232 může obsahovat i další vodiče Obr. 3.7, ale ty zde nejsou použity.



Obr. 3.7 Zapojení konektoru DB9

Protože Atmega16 má TTL výstup je nutno použít převodník TTL → RS232. Jako převodník je použit obvod MAX232, kterému stačí k napájení +5V.

Atmega16 obsahuje pouze jeden USART. V realizaci potřebujeme připojit dvě zařízení. Vzhledem k tomu, že čtečka slouží pouze k načtení čísla karty a pak už není potřeba. Je řešením přepínání linek pomocí obvodu 74HC157 ovládaného mikrokontrolérem.

### Popis komunikace RS232

Standard RS232 se používá jako komunikační rozhraní počítače a dalších přístrojů. Přenos dat je uskutečněn po jednotlivých bitech za sebou obdobně jako u rozhraní USB či ethernet. RS232 používá dvě napěťové úrovně logickou 1 a logickou 0, kde logická 1 představuje nižší úroveň (záporné napětí) a logická 0 vyšší úroveň (kladné napětí). Rozsah povolených napěťových úrovní je uveden v následující tabulce *Tabulka 1*.

Datové signály		
Úroveň	Vysílač	Přijímač
logická 0	+5 V až +15 V	+3 V až +25 V
logická 1	-5 V až -15 V	-3 V až -25 V
Nedefinovaná	-3 V až +3 V	

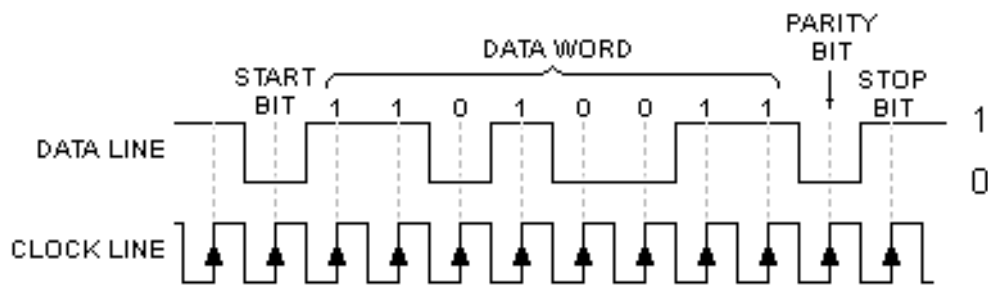
Tabulka 1 Napěťové úrovně pro RS232 [2]

Komunikace po sériovém portu je asynchronní. Přenos probíhá konstantní rychlostí, kterou je třeba nastavit před zahájením komunikace spolu s dalšími vlastnostmi přenosu. Každý přenesený byte je třeba synchronizovat. K synchronizaci se používá sestupná hrana Start bitu. Komunikace probíhá po jednom páru vodičů. Data jsou přenášena v rámcích. Před zahájením komunikace je linka v klidovém stavu v logické úrovni 1. Po přenesení celého rámce ukončeného Stop bitem je linka opět v klidovém stavu a může následovat vysílání dalšího rámce. [2]



Rámec obsahuje:

- 1 start bit – sestupná hrana z logické 1 na logickou 0, signalizuje začátek komunikace na lince
- 5 – 9 datových bitů – posloupnost od nejméně významného bytu po nejvíce významný
- 1 paritní bit – volitelný, slouží pro jednoduchou kontrolu přijímaných dat
- 1 – 2 stop bity – definuje konec vysílaného rámce a zajišťuje prodlevu pro přijímač



Obr. 3.8 Průběh komunikace RS232 [2]

Parita je jednoduchý způsob zabezpečení přenosu dat bez nároků na výpočetní výkon. Princip paritního bitu spočívá v přidání informace o sudém či lichém počtu logických jedniček v přenášených datech do přenosového rámce. Nevýhodou paritního bitu je schopnost detekovat pouze lichý počet chyb v přenášených datech.

Druhy parity:

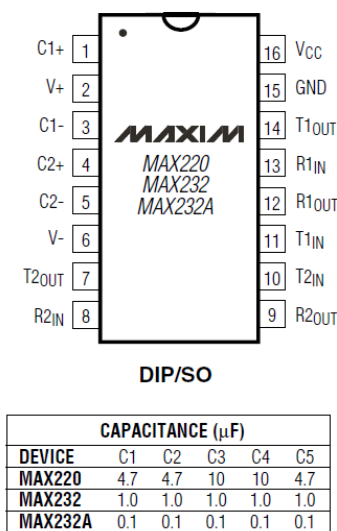
- lichá parita – pokud počet jedničkových bitů + paritní bit je liché číslo = 1
- sudá parita – pokud počet jedničkových bitů + paritní bit je sudé číslo = 1
- mark parity – paritní bit je vždy nastaven na 1
- space parity – paritní bit je vždy nastaven na 0, používá se při komunikaci sedmibitových zařízení s osmibitovými.

Rychlost přenosu po sériové lince se udává v baudech (Bd) a určuje počet změn stavů za sekundu. Tato rychlost neudává, jak velké množství reálných dat za sekundu linka přeneše. K tomu je zapotřebí vzít v potaz ještě strukturu rámce.

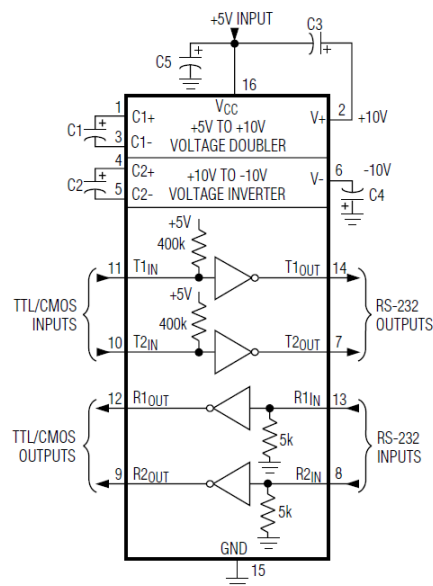
### Obvod MAX232

Jedná se o převodník TTL na RS232. Obsahuje dvě dvojice oddělovačů konvertujících napěťové úrovně. Napětí pro RS 232 se získává pomocí nábojové pumpy, a výstupní napětí proto značně závisí na kvalitě použitých kondenzátorů, která u elektrolytických kondenzátorů časem značně klesá. Napětí je možno získat na pinech 2 a 6 a použít pro další obvody. [2] V realizovaném zapojení jsou použity tantalové kondenzátory.

Zapojení vývodů a velikost kondenzátorů *Obr. 3.9*, praktické zapojení *Obr. 3.10*.



*Obr. 3.9* Zapojení vývodů a velikost kondenzátorů [6]

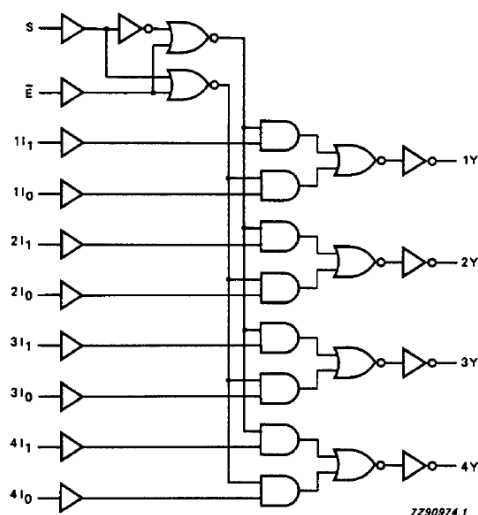


*Obr. 3.10* Praktické zapojení [6]

## Obvod 74HC157

Obvod obsahuje čtyři dvouvstupové multiplexory. V zapojení je využit pouze jeden multiplexor, který slouží k výběru vstupní linky RS232 (slouží jako přepínač mezi čtečkou a modemem). Podrobný popis v katalogovém listu [9].

Obvod realizuje logickou funkci  $Y = E.(I_1.S + I_0.S)$  viz logický diagram *Obr. 3.11*.

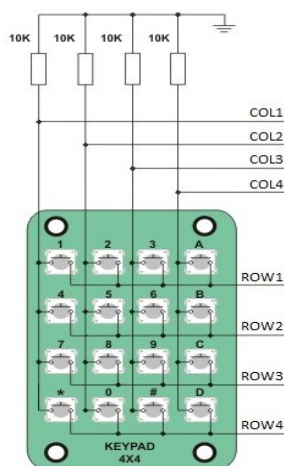


*Obr. 3.11* Logický diagram 74HC157 [9]

### 3.2.5 Popis komponent připojených k řídicí části

#### Maticová klávesnice

Pro obsluhu stojanu byla zvolena maticová klávesnice 4x4 s podsvitem. Klávesnice se k řídicí části připojuje pomocí kabelu ukončeného konektorem PFL10 se zámkem. Maticová klávesnice je specifická tím, že jednotlivé klávesy nejsou k mikrokontroléru přivedeny jednotlivě, ale jsou uspořádány do matice *Obr. 3.12*.

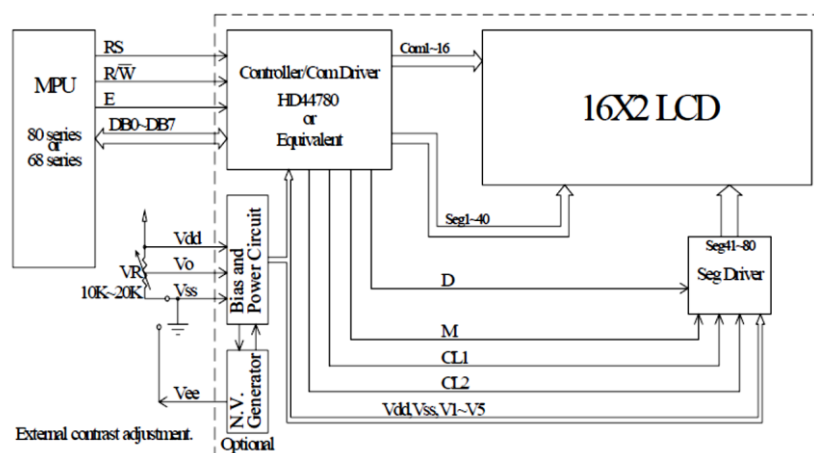


Obr. 3.12 Schéma maticové klávesnice

U maticové klávesnice nelze číst stav všech kláves najednou, ale musí se číst postupně. Čtení probíhá tak, že nejprve nastavíme na všechny sloupce logickou úroveň 0. Potom postupně přivádíme na jednotlivé sloupce logickou úroveň 1 a sledujeme stav řádků. Když se na některém řádku objeví logická úroveň 1, znamená to stisknutou klávesu. Souřadnice řádku a sloupce udávají stisknutou klávesu.

#### LCD Displej 2x16 s řadičem HD44780

Pro zobrazování informací je zde použit dvouřádkový LCD displej 2x16 znaků se zelenožlutým podsvitem (typ RC1602E-YHY-ESX). Velikost displeje je 122.0 x 44.0 x 13.6 mm. Bližší specifikace v katalogovém listu [11].



Obr. 3.13 Blokové schéma displeje [11]

K řídicí jednotce je displej připojen pomocí kabelu ukončeného konektorem PFL16 se zámkem. Pro nastavení jasu je v obvodu navrhnut odporový trimr.

Displej s mikrokontrolérem komunikuje v čtyřbitovém režimu. Oproti osmibitovému režimu jsou využity pro přenos dat jen čtyři datové piny DB4 až DB7 a tři řídicí signály. Řídicí signál RS slouží k identifikaci, zda jsou přenášeny instrukce nebo data (RS=0 – instrukce, RS=1 – data). Signál R/W určuje, zda dochází k zápisu nebo ke čtení (R/W=0 – zápis, R/W=1 – čtení). Náběžná hrana signálu E (Enable) označuje okamžik, kdy jsou čtena data z datové a řídicí sběrnice.

Proces komunikace mikrokontroléru s displejem probíhá v několika krocích. Nejprve je nutné nastavit hodnotu řídicího signálu RS (R/W trvale připojen na logickou úroveň 0). Potom se na datové piny DB4 až DB7 přivede vyšší polovina posílaného bytu. Příjem těchto dat je spuštěn kladným pulzem signálu E. Potom se na datové piny DB4 až DB7 přivede nižší polovina posílaného bytu a opět se potvrdí krátkým pulsem E.

### **Čtečka karet EM**

K identifikaci zákazníka je použita RFID čtečka karet typ BTS-01K *Obr. 3.14*. Komunikace s mikrokontrolérem probíhá pomocí sériového rozhraní RS232. K napájení čtečky je vyvedeno z řídicí jednotky napětí +12V. Po přiložení karty čtečka odešle mikrokontroléru identifikační číslo karty.



*Obr. 3.14 Čtečka karet BTS-01K*

Čtečka odesílá 14 bytu (např. 02 32 31 32 31 51 35 37 33 36 39 0D 0A 03), ale identifikační číslo karty má pouze 10 bytu. Toto je potřeba programově ošetřit. Musí se vždy odstranit první (02 – začátek textu) a poslední tři bajty (0D – konec textu, 0A – CR, 03 – LF). S takto upraveným identifikačním číslem karty může dále pracovat (32 31 32 31 51 35 37 33 36 39).

### **GPRS modem MC75i EDGE Terminal**

Pro komunikaci s centrálním informačním systémem je použit modem MC75i EDGE Terminal. MC 75i EDGE Terminal je GSM modem s modulem Cinterion (Siemens) MC75i, který pracuje ve všech frekvenčních pásmech GSM. Díky standardním rozhraním RS232 a

USB je vhodný pro rychlou implementaci do nejrůznějších zařízení, která vyžadují vzdálenou komunikaci [12].



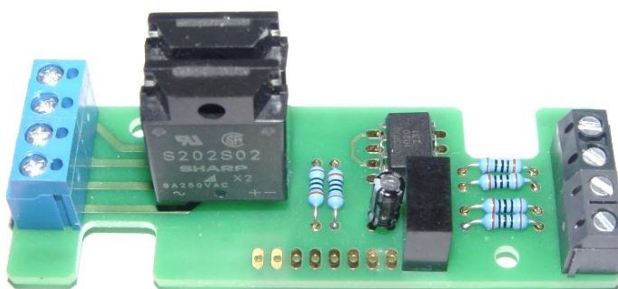
*Obr. 3.15 MC75i EDGE Terminal*

Modem je mikrokontrolérem ovládán pomocí AT příkazů. Seznam všech podporovaných AT příkazů je v příloze [13]. Pro komunikaci je možné použít i jiný modem se stejnou sadou použitých AT příkazů.

### **Výkonová část**

Jedná se o samostatnou desku, která je umístěna v silové části dobíjecího stojanu. Slouží ke galvanickému oddělení řídicí části od stykačů a elektroměrů. Dále ke spínání stykačů a čtení impulsů z elektroměrů. K řídicí části je připojena kabelem pomocí šroubových svorek.

Deska obsahuje dvě polovodičové relé (Solid state relay) typ S202S02, které slouží ke spínání stykačů. Jeden integrovaný obvod PC827, který obsahuje dva optočleny použité ke čtení impulsů z elektroměrů. Pro galvanické oddělení napájení těchto optočlenů je zde použit DC/DC měnič napětí TME0505S.



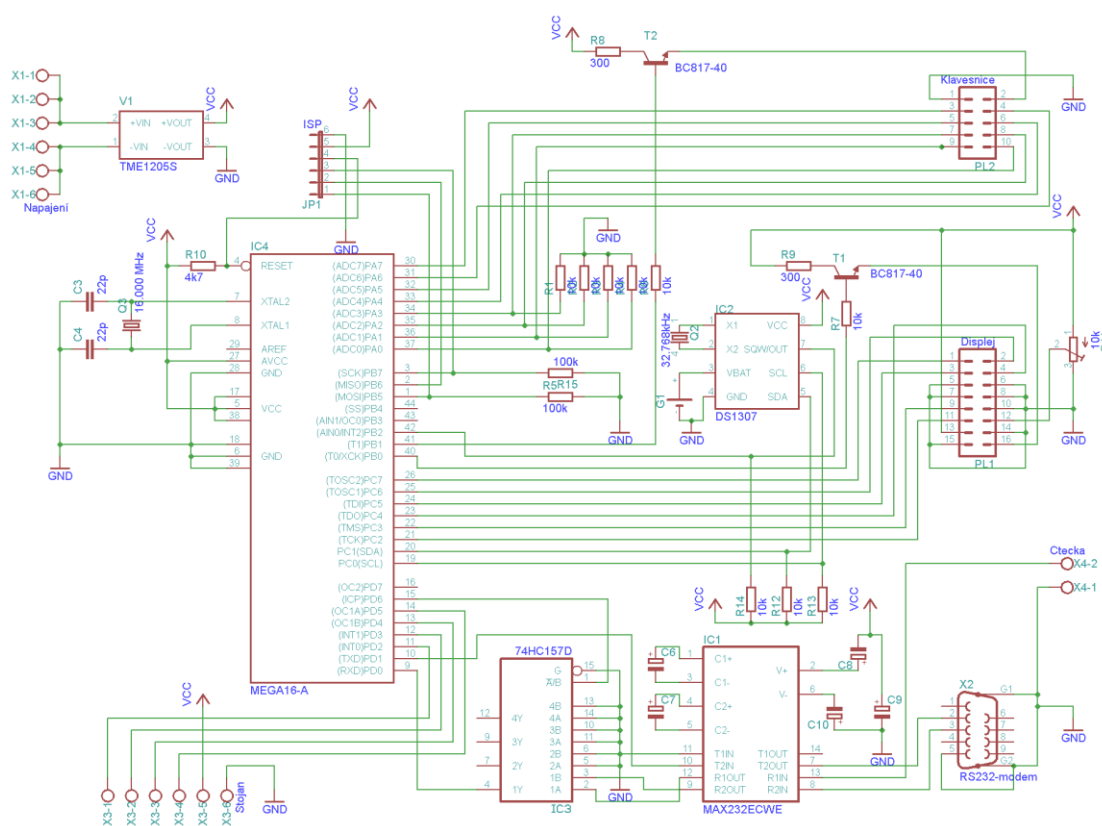
*Obr. 3.16 Výkonová deska*

### 3.3 Realizace řídicí elektroniky

K návrhu řídicí elektroniky byl použit program EAGLE 5.10.0 Professional. Pro testování navrhnutého zapojení bylo použito nepájivé kontaktní pole a vývojový kit EvB 4.3 [15], který byl využit také jako programátor.

#### 3.3.1 Obvodové schéma

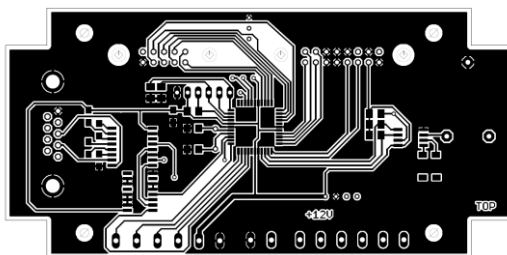
Nejprve bylo potřeba navrhnout obvodové schéma řídicí části dle požadavků na funkci řídicí elektroniky. Poté proběhlo otestování navrhnutého obvodu pomocí vývojového kitu EvB 4.3 [15] a nepájivého kontaktního pole. Po úspěšném otestování celého obvodu bylo možné nakreslit finální schéma *Obr. 3.17* pro návrh desky plošného spoje.



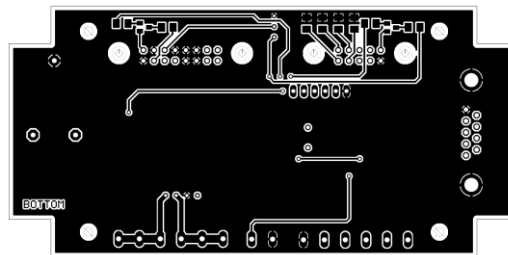
*Obr. 3.17* Schéma řídicí části elektroniky

#### 3.3.2 Návrh DPS

Po kontrole obvodového schématu proběhlo přepnutí do okna návrhu desky plošného spoje. Nejprve bylo nutné nakreslit obrys desky plošného spoje s ohledem na velikost a tvar krabičky, ve které bude umístěna. Potom mohlo začít rozmísťování pouzder jednotlivých součástek. Po rozmístění všech pouzder součástek a konektorů začalo ruční vytváření vodivých spojů. Po dokončení návrhu proběhlo rozlité mědi na volné plochy. Pro návrh byl použit oboustranný plošný spoj. Použité pouzdra součástek jsou v SMD provedení.



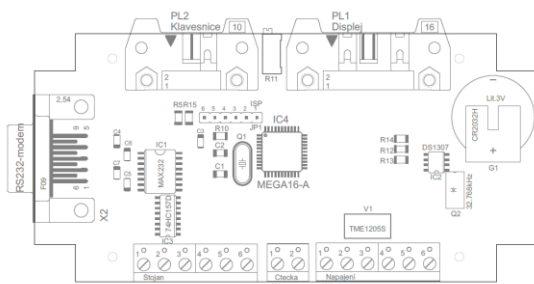
Obr. 3.18 Horní strana DPS



Obr. 3.19 Spodní strana DPS

### 3.3.3 Výroba a osazení DPS

Na základě návrhu proběhla výroba desky plošného spoje. Následuje vrtání desky, pájení propojek a poté osazení součástkami dle Obr. 3.20 a Obr. 3.21.



Obr. 3.20 Rozmístění součástek horní strana



Obr. 3.21 Rozmístění součástek spodní strana

#### Seznam použitých součástek:

Množství	Označení	Hodnota	Pouzdro
1	IC1	MAX232CWE	SO16L
1	IC2	DS1307Z+	SOIC-8
1	IC3	74HC157	SO16
1	IC4	ATMEGA 16	TQFP44
1	V1	TME1205S	SIL4
2	T1, T2	BC817-40	SOT23
1	Q1	16 MHz	HC49/S
1	Q2	32.687 kHz	MA306
2	R8, R9	300 $\Omega$	R1206
1	R10	4.7 k $\Omega$	R1206
9	R1, R2, R3, R4, R6, R7, R12, R13, R14	10 k $\Omega$	R1206
2	R5, R15	100 k $\Omega$	R1206
1	R11	10 k $\Omega$	R64X
2	C1, C2	22 pF	C1206
5	C3, C4, C5, C6, C7	1 $\mu$ F	SMCA
7	X1, X3, X4	svorkovnice	ARK2500V-A-2P
1	X2	konektor	D-SUB M09
6	JP1	lišta	PLS6S
1	PL1	konektor	PSL16W
1	PL2	konektor	PSL10W

Tabulka 2 Seznam použitých součástek

### 3.3.4 Oživení a naprogramování řídicí jednotky

Po osazení desky součástkami a proměření došlo k oživení a kontrole funkce jednotlivých částí. Bylo potřeba opravit studený spoj na konektoru pro připojení klávesnice.

Dalším krokem je programování mikrokontroléru. K programování je na řídicí desce umístěn konektor *Obr. 3.22*. Programování probíhá pomocí ISP (In System Programming) rozhraní.



*Obr. 3.22 Konektor ISP*

#### ISP rozhraní

Pomocí ISP programátoru lze mikrokontrolér programovat přímo v koncovém zařízení. Využívá se jednoduchého třívodičového rozhraní SPI. Programátor komunikuje s mikrokontrolérem sériově. Velkou výhodou takového programování je, že není potřeba vytahovat mikrokontrolér z desky plošného spoje. Tím se také minimalizuje riziko poškození mikrokontroléru (elektrostaticky, mechanicky). Nevýhodou tohoto způsobu programování je menší rychlost přenosu dat.

Sériové periferní rozhraní SPI je tvořeno třemi vodiči SCK, MISO a MOSI. K vlastnímu programování potřebujeme, kromě tří vodičů SPI rozhraní, ještě signál RESET, +5V a GND.

Při programování se programátor chová jako Master a mikrokontrolér jako Slave. Master je vždy zdrojem signálu SCK. S každým pulsem SCK se přenese jeden bit od Master zařízení k Slave zařízení (na vodiči MOSI) a současně i jeden bit od Slave zařízení k Master zařízení (na vodiči MISO). Programování je spuštěno aktivací signálu RESET (aktivní v nízké úrovni) cílového mikrokontroléru. Signál RESET ovládá programátor. Během prvního impulsu SCK se provede synchronizace programátoru a mikrokontroléru. Po synchronizaci vyšle programátor 2. byte s dotazem zda je možno programovat. Čeká se na odezvu mikrokontroléru, který pošle 3. byte s informací, že je možno začít programovat. Jestliže mikrokontrolér nepošle 3. byte, na RESET se vyšle kladný puls a začne se znovu od synchronizace. Před začátkem nového přenosu musí být vždy přijat byte o povolení programování mikrokontroléru. [6]

#### Programátor

Pro naprogramování řídicí jednotky byl použit vývojový kit EvB 4.3 [15], který lze použít jako ISP programátor. V tomto režimu emuluje ISP rozhraní pomocí řídicích signálů RS232, které jsou zde vyvedeny – jedná se o signály (D)TS, (D)SR, (D)CD a RI. Tyto signály jsou k mikrokontroléru zapojeny dle tabulky *Tabulka 3*.



Jako programovací software je použit program AVRDUDE [16] s grafickou nadstavbou. Po spuštění je potřeba zvolit typ mikrokontroléru, nastavit přenosovou rychlost, natavit správně propojky a zvolit programátor. Jako programátor musí být zvolen FT232R Synchronous BitBang (EvB). [14]

Signál programátoru	ISP význam
TS	MISO
SR	SCK
CD	MOSI
RI	RESET

Tabulka 3 Připojení programátoru

### 3.4 Řídící software

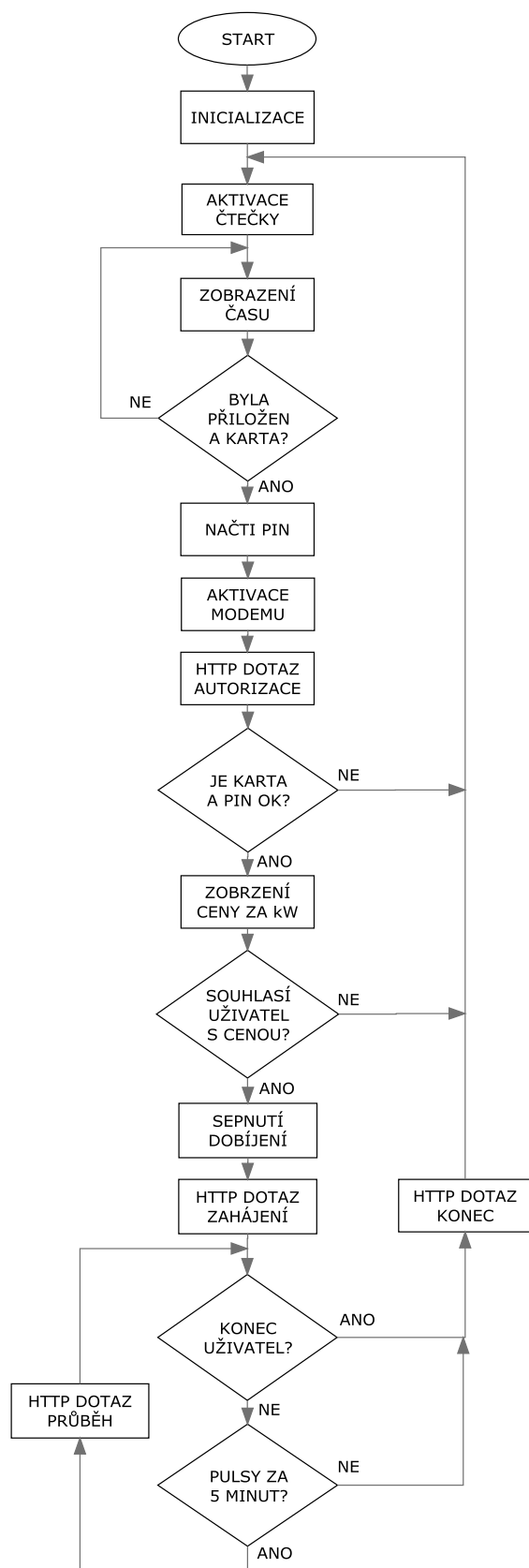
Program pro mikrokontrolér je napsán v prostředí MikroC PRO AVR. Řídící software byl psán postupně pro jednotlivé připojené komponenty a následně spojen do jednoho celku.

Běh programu popisuje vývojový diagram **Obr. 3.23**. Po startu programu proběhne úvodní inicializace, potom dojde k aktivaci čtečky karet. Přepínání mezi čtečkou a modem je řešeno změnou napěťové úrovně na vývodu PD6 (logická úroveň 0 – čtečka, logická úroveň 1 – modem). Nyní stojan zobrazuje aktuální čas a čeká na přiložení karty. Po načtení čísla karty proběhne úprava čísla do požadovaného formátu a uložení do proměnné *hash*. Na displeji se zobrazí zpráva „Zadej PIN“ a probíhá načítání znaků z klávesnice. Ty jsou uloženy do proměnné *pin*. Nyní dojde k aktivaci modemu a odeslání zprávy centrálnímu informačnímu systému, pokud odpoví kladně, je uloženo identifikační číslo uživatele do proměnné *userId* a na displeji zobrazena informace o ceně za kW, program čeká na potvrzení nabíjení pomocí klávesnice. Po potvrzení je nastaven vývod PD4 na logickou úroveň 1, čímž dojde k sepnutí stykače dobíjení a zároveň je odeslána zpráva centrálnímu informačnímu systému. Nyní program každých pět minut porovnává hodnotu proměnné *pulsy* s pomocnou proměnnou *pom\_pulsy*. Pokud je hodnota proměnné *pulsy* větší, proběhne přepoččet na kW (1000 pulsů = 1kW), uložení do proměnné *amount* a odeslání zprávy centrálnímu informačnímu systému. Pokud je hodnota proměnné *pulsy* stejná, proběhne opět přepoččet a uložení do proměnné *amount*, ukončí se dobíjení nastavením vývodu PD4 na logickou úroveň 0 a odešle se zpráva o ukončení dobíjení centrálnímu informačnímu systému. Po úspěšném odeslání zprávy je stojan připraven k dalšímu odběru a čeká na přiložení karty.

Počítání pulsů z elektroměru je řešeno připojením výstup výkonové desky k vývodu PD2, kde se nachází detekce vnějšího přerušení INT0. Pro každý puls z elektroměru se vyvolá obsluha přerušení, která způsobí inkrementaci proměnné *pulsy*.

Aktualizace času je řešena připojením vstupu vnějšího přerušení INT 2 k výstupu obvodu DS1307 OUT/SQW, který generuje pulsy s periodou 1 Hz. Každý puls vyvolá obsluhu přerušení, ve které probíhá načtení aktuálního času z RTC obvodu.

Hodnoty proměnných *pulsy*, *amount* a *fuelItemId* jsou ukládány do zálohované RAM paměti v RTC obvodu, pro případ výpadku napájení. Po obnovení napájení jsou hodnoty těchto proměnných odeslány do centrálního informačního systému a vymazány.



Obr. 3.23 Vývojový diagram

## 4 Demonstrační aplikace pro komunikaci se stojanem

Tato část byla nahrazena reálnou verzí komunikace stojanu s centrálním informačním systémem. Popis komunikace stojanu s centrálním informačním systémem je popsán dále v textu. Stojan komunikuje s centrálním informačním systémem pomocí HTTP dotazů.

### 4.1 HTTP protokol

HTTP je internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML. Používá obvykle port TCP/80, verze 1.1 protokolu je definována v RFC 2616. V současné době je používán i pro přenos dalších informací. Pomocí rozšíření MIME umí přenášet jakýkoli soubor (podobně jako e-mail), používá se společně s formátem XML pro tzv. webové služby (spouštění vzdálených aplikací) a pomocí aplikačních bran zpřístupňuje i další protokoly, jako je např. FTP nebo SMTP. [4]

Protokol funguje způsobem dotaz – odpověď. Uživatel pošle serveru dotaz ve formě čistého textu, obsahujícího označení požadovaného dokumentu, informace o schopnostech prohlížeče apod. Server poté odpoví textovou zprávou popisující výsledek dotazu, za kterou následují data požadovaného dokumentu. Pokud bude mít uživatel po chvíli další dotaz na stejný server, bude se jednat o další, nezávislý dotaz a odpověď. Z hlediska serveru nelze poznat, jestli tento druhý dotaz jakkoli souvisí s předchozím. Kvůli této vlastnosti se protokolu HTTP říká bezstavový protokol – protokol neumí uchovávat stav komunikace, dotazy spolu nemají souvislost. [4]

K protokolu HTTP existuje také jeho bezpečnější verze HTTPS, která umožňuje přenášet data šifrovat a tím chránit před odposlechem či jiným narušením.

#### Dotazovací metody:

- GET – požadavek na uvedený objekt se zasláním případných dat. Maximální velikost 512 bajtů.
- HEAD – to samé jako metoda GET, ale už nepředává data. Poskytne pouze metadata o požadovaném cíli.
- POST – odesílá uživatelská data na server. Používá se například při odesílání formuláře na webu. S předaným objektem se pak zachází podobně jako při metodě GET. Metoda POST se používá pro příliš velká data, nebo pokud není vhodné přenášet data zobrazit jako součást URL (data předávaná metodou POST jsou obsažena v HTTP požadavku).
- PUT – nahraje data na server. Objekt je jméno vytvářeného souboru. Používá se velmi zřídka, pro nahrávání dat na server se běžně používá FTP nebo SCP/SSH.
- DELETE – smaže uvedený objekt ze serveru.
- TRACE – odešle kopii obdrženého požadavku zpět odesílateli, takže klient může zjistit, co na požadavku mění nebo přidávají servery, kterými požadavek prochází.
- OPTIONS – vrací nám metody podporované serverem.
- CONNECT – spojí se s uvedeným objektem před uvedený port.

## 4.2 Popis komunikace s centrálním informačním systémem

Po zapnutí stojanu proběhne přihlášení do centrálního informačního systému (logování). Poté je stojan připraven a čeká na přiložení identifikační karty. Po přiložení identifikační karty a zadání PIN kódu odešle nabíjecí stojan centrálnímu informačnímu systému dotaz (autorizace). Pokud je karta v databázi a souhlasí PIN kód, odpoví centrální informační systém stojanu v následujícím formátu: OK; identifikační číslo uživatele; cena za kW. Pokud uživatel souhlasí, začne proces dobíjení. Nabíjecí stojan odešle centrálnímu informačnímu systému dotaz – zahájení tankování, to odpoví číslo transakce. V průběhu tankování odesílá stojan centrálnímu informačnímu systému množství odebrané energie (dotaz – průběh tankování). Po skončení dobíjení odešle stojan centrálnímu informačnímu systému dotaz – konec tankování.

### 4.2.1 Použité HTTP dotazy

#### Logování

Pomocí metody PUT.

```
http://localhost:8080/EnergyStation/ns-itu/
logging?stationId=1&number=1&time=2011-02-
22%2015:16:20&text=toto+je+testovací+zprava
```

#### Autorizace

Pomocí metody GET.

```
http://energystation.vsb.cz:8080/EnergyStation/ns-itu/
authenticate?hash=12345678901234567890123456789012&pin=1234&
stationId=1&number=2&time=2011-01-20%2014:53
```

#### Zahájení tankování

Pomocí metody PUT.

```
http://energystation.vsb.cz:8080/EnergyStation/ns-itu/
fueling?amount=0.123&userId=2&flag=START&stationId
=1&number=2&outputId=1&time=2011-02-09%2015:33
```

#### Průběh tankování

Pomocí metody PUT.

```
http://energystation.vsb.cz:8080/EnergyStation/ns-itu/
fueling?amount=0.123&fuelItemId =2&flag=CONTINUE
```

#### Konec tankování

Pomocí metody PUT.

```
http://energystation.vsb.cz:8080/EnergyStation/ns-itu/
fueling?amount=0.123&fuelItemId=2&flag=END&time=2011-02-
09%2015:33
```

### 4.2.2 Popis parametrů HTTP dotazů

**hash** – identifikační číslo karty  
**pin** – pin kód  
**stationId** – číslo nabíjecí stanice  
**number** – číslo stojanu  
**time** – datum a čas  
**amount** – množství odebrané energie  
**userId** – identifikační číslo uživatele  
**outputId** – číslo vývodu  
**fuelItemId** – číslo dobíjecí transakce

### 4.3 Příklad komunikace modemu s centrálním informačním systémem

V následujícím textu je popsán průběh komunikace modemu s centrálním informačním systémem pomocí metody GET – Autorizace:

```
at^siss=0,srvType,"Http"      Výběr typu služby HTTP.
odpověď: OK
at^siss=0,conId,1              Výběr profilu připojení 1.
odpověď: OK
at^siss=0,hcMethod,0           Výběr metody GET.
odpověď: OK
at^siss=0,address,http://energystation.vsb.cz:8080/EnergyStation/ns-itu/authenticate?hash=30313031414536333689&pin=1234&stationId=1&number=4&time=2011-04-17%2017:35
odpověď: OK
at^siso=0                      Provede zadaný dotaz.
odpověď: OK
      ^SIS: 0, 0, 2201, "HTTP/1.1 200 OK"
      ^SISR: 0, 1
at^sisr=0,1500                 Načte 1500 znaků odpovědi.
odpověď: ^SISR: 0, 10
      OK;29;5.00                Odpověď kartového centra OK; UserId; cena.
      OK
at^sisc=0                      Uzavře zadanou adresu.
```

## 5 Zhodnocení dosažených výsledků

V rámci této bakalářské práce byla navržena a realizována řídicí část elektroniky dobíjecího stojanu elektromobilu. Navrhnuté řešení prošlo během realizace řadou úprav. Např. stabilizátor L7805 byl kvůli malé účinnosti a nadměrnému zahřívání nahrazen měničem napětí DCC1-1205S, který díky vysoké účinnosti nepotřebuje chladič a navíc řídicí jednotku galvanicky odděluje od napájecího napětí. Úpravami prošla i původně navrhnutá jednostranná deska plošného spoje s velkým množstvím propojek. Součástky byly nahrazeny variantou v SMD provedení a byla navržena nová oboustranná deska plošného spoje.

Vzhledem k tomu, že bude stojan umístěn ve venkovním prostředí, byly použity součástky s rozšířeným teplotním rozsahem od  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ . Řídicí jednotka bude umístěna uvnitř dobíjecího stojanu, který má dostatečné krytí, proto byla umístěna v univerzální krabici. Problematické může být použití konektoru CANNON pro připojení modemu, který není určen pro průmyslové aplikace. Tento problém je možné odstranit použitím vestavného GSM modulu místo modemu. Výhodou by také bylo snížení ceny dobíjecího stojanu.

Navrhnuté řešení je určeno pro dobíjecí stojan se dvěma vývody. V rámci řídicího softwaru je zprovozněn jeden vývod, druhý je možné zprovoznit po úpravě řídicího softwaru.

Při komunikaci s centrálním informačním systémem je možné otestovat funkci HTTP dotazů pouze pomocí metody GET, protože použitý modem metodu PUT nepodporuje. Tento problém je možné vyřešit použitím modemu, který tuto metodu podporuje nebo změnou komunikace s centrálním informačním systémem (např. použitím metody POST). Kvůli tomuto problému řídicí jednotka odešle centrálnímu informačnímu systému pouze HTTP dotaz autorizace pomocí metody GET, ten řídicí jednotce odpoví. Může začít proces dobíjení, ale není možné odesílat centrálnímu informačnímu systému HTTP dotazy zahájení dobíjení, průběh dobíjení a konec dobíjení. Funkce řídicí jednotky tím není narušena, ale informace o průběhu dobíjení jsou zobrazovány pouze na displeji.

Funkci řídicí jednotky je možné rozšířit o další užitečné funkce jako např. zasílání SMS zpráv s průběhem dobíjení nebo odesílání alarmu v případě napadení stojanu. Dále je potřeba vyřešit synchronizaci času řídicí jednotky s centrálním informačním systémem (např. při autorizaci vrátet aktuální čas v centrálním informačním systému).

Celková cena použitých součástek pro výrobu řídicí a výkonové desky činí 872,- Kč. K této sumě je nutné připočítat náklady na výrobu dvou plošných spojů. Cena připojených komponent činí 4189,- Kč. Tuto cenu lze snížit použitím levnějšího GSM modulu místo modemu o cca 2000,- Kč. Podrobná cenová kalkulace je uvedena v příloze F.

## 6 Použitá literatura

- [1] MATOUŠEK, David. *Práce s mikrokontroléry Atmel ATmega16 : 4.díl*. 1.dotisk 1.vydání. Praha : BEN-technická literatura, 2010. 320 s., CD-ROM. ISBN 80-7300-174-8.
- [2] OLMR, Vít. Hw.cz [online]. 12. 12. 2005 [cit. 2011-01-11]. *HW server představuje - Sériová linka RS-232*. Dostupné z WWW: <<http://hw.cz/rs-232>>.
- [3] DLOUHÝ, Martin. Robotika.cz [online]. 28.2.2006 [cit. 2011-01-11]. *Komunikace*. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/guide/comm/cs>>.
- [4] Wikipedie.cz [online]. c2011 [cit. 2011-04-30]. *Hypertext Transfer Protocol*. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/HTTP>>.
- [5] Atmel. *Atmega16(L) Microcontroller Datasheet* [online]. Poslední revize 7/2010 [cit.2010-1-5]. Dostupné z <[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2466.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf)>.
- [6] Atmel. *AVR910 : In-System Programming* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2008 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW:<[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc0943.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0943.pdf)>.
- [7] Maxim Integrated Products. *MAX220-MAX249 Datasheet* [online]. USA : [s.n.], 7/2010 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>>.
- [8] Maxim Integrated Products. *DS1307 Datasheet* [online]. Sunnyvale : [s.n.], 2008 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>>.
- [9] Texas Instruments. *74HC157 Datasheet* [online]. TEXAS : [s.n.], 9/2003 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc157.pdf>>.
- [10] Aimtec. *AMIS Datasheet* [online]. [s.l.] : [s.n.], 12.1.2001 [cit. 2011-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.aimtec.com/site/Aimtec/files/Datasheet/HighResolution/AM1S-Z.pdf>>.
- [11] RAYSTAR. *RC1602E-YHY-ESX Datasheet* [online]. [s.l.] : [s.n.], 12.12.2007 [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: <[http://www.tme.eu/dok/06\\_optoelektronika/rc1602e-yhy-esx.pdf](http://www.tme.eu/dok/06_optoelektronika/rc1602e-yhy-esx.pdf)>.
- [12] *MC75i EDGE Terminal Datasheet* [online]. [s.l.] : [s.n.], 10/2009 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.sectron.cz/produkty/12-gsm-aplikace/238-gsm-umts-modem/1156-mc75i-edge-terminal.html>>.
- [13] *MC75i AT Command Set* [online]. 01.100. [s.l.] : Cinterion Wireless Modules GmbH, 10.11.2008 [cit. 2011-01-10]. Dostupné z WWW: <[http://www.rccitaly.com/1-Erco-Gener/Presto/mc75i\\_atc\\_v01100.pdf](http://www.rccitaly.com/1-Erco-Gener/Presto/mc75i_atc_v01100.pdf)>.

- [14] *Návod na programování mikrokontrolérů AVR Atmel pomocí kitu EVB 4.3* [online]. [s.l.] : [s.n.], srpen 2010 [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: <[http://shop.onpa.cz/download/EvB-ISP\\_cz.pdf](http://shop.onpa.cz/download/EvB-ISP_cz.pdf)>.
- [15] *Uživatelská příručka EvB 4.3 rev.3* [online]. [s.l.] : [s.n.], listopad 2010 [cit. 2011-04-30]. Dostupné z WWW: <[http://shop.onpa.cz/download/EvB43\\_cz\\_manual\\_rev3.pdf](http://shop.onpa.cz/download/EvB43_cz_manual_rev3.pdf)>.
- [16] Savannah.nongnu.org [online]. [s.l.] : [s.n.], 2011 [cit. 2011-04-30]. *AVR Downloader/Uploader–Summary*. Dostupné z WWW: <<http://savannah.nongnu.org/projects/avrdude>>.



## **7 Seznam příloh**

Příloha A – Elektronické schéma

Příloha B – Deska plošného spoje

Příloha C – Rozmístění součástek

Příloha D – Fotografie osazené desky plošného spoje

Příloha E – Fotografie řídicí jednotky

Příloha F – Cenová kalkulace řídicí jednotky